



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Departamento de ciencias de la energía y mecánica

### Carrera de ingeniería mecatrónica

“Diseño, construcción e implementación de una máquina de microinyección de plastisol semiautomática con caudal regulable, selector de 8 colores y monitoreo remoto para la línea de producción de llaveros de la empresa “Almacén Don Víctor” de la ciudad de Ambato”

**AUTOR:** Ocaña Pañora, Lando Stephen

**DIRECTOR:** Ing. Gordón Garcés, Andrés Marcelo MSc.



# AGENDA

RESUMEN

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# AGENDA

RESUMEN

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# RESUMEN

Sinergia  
Sistema  
Mecatrónico

- Sistema Electrónico
- Sistema Mecánico

Mejoramiento  
Técnica  
Plastisoles

- Elaboración a 8 colores
- Reducción de desperdicios

Máquina de  
Microinyectado

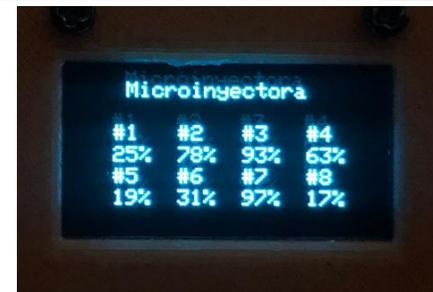
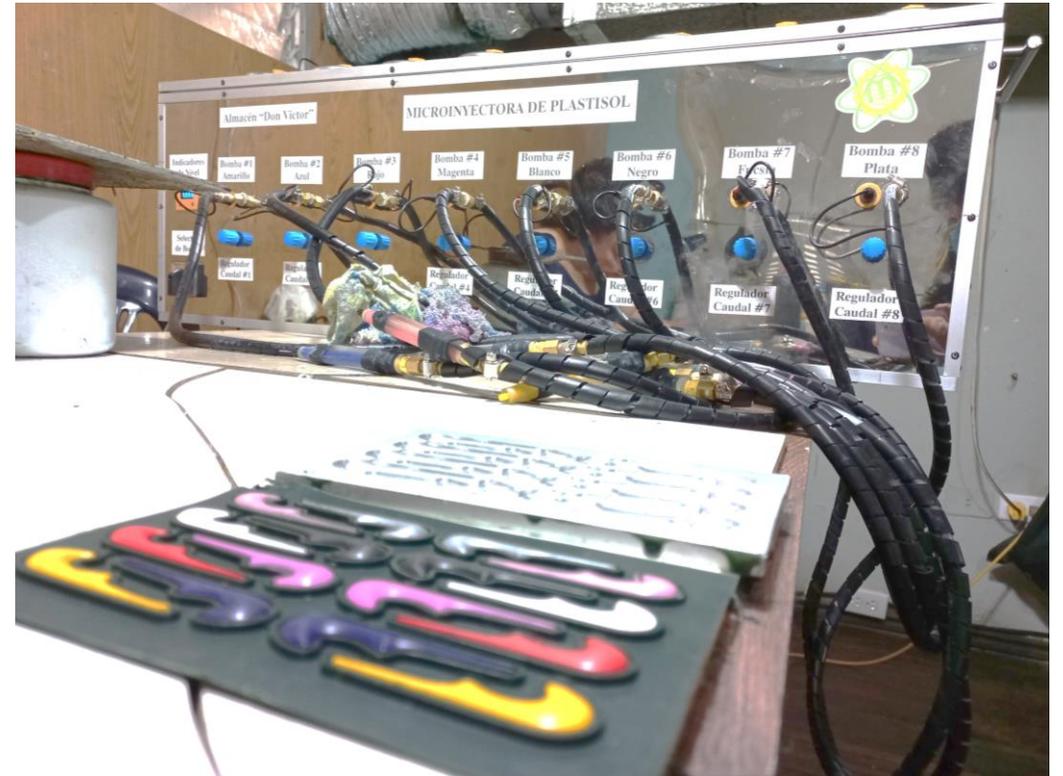
- Ausencia de maquinaria local
- Altos costos de maquinas

Requerimientos

- Costo reducido y fácil uso
- Monitoreo de nivel

Solución

- 8 Bombas tipo gerotor
- Sistema Embebido

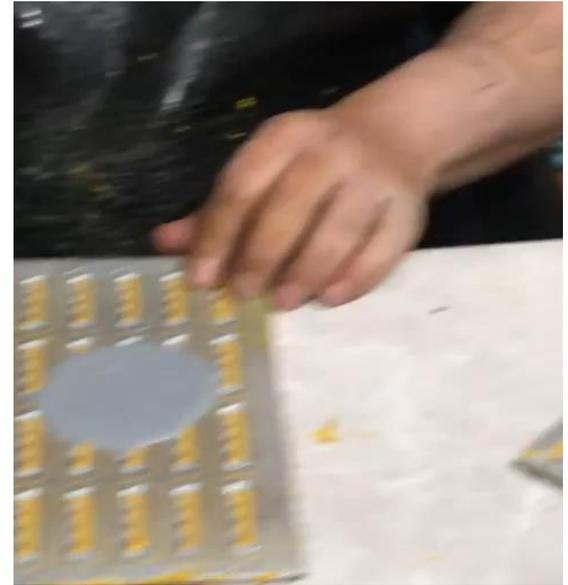


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA



 Solución  
Generar una solución a la necesidad de la empresa de artes gráficas publicitarias “Almacén Don Víctor”



**PERSONALIZA CON PLASTISOLES**  
WWW.ALMACENDONVICTOR.COM



DESDE \$0.03 CADA UNO

Darquea y Eloy Alfaro  
098 316 2306

The advertisement features a collection of various logos and products, including Westland, Vulcano, JECUS, MACARA, CACPE PASTAZA, INDEPENDIENTE, and DE OCTUBRE. It also includes the logo of Almacén Don Víctor.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA



## Enfermedades Profesionales

Se evitará afecciones en vías respiratorias, piel y lesiones del dedo pulgar.



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA



## Legislación de desarrollo sostenible

- Plan de acción sobre la Salud de los trabajadores 2019-2025 de la 25 Organización Panamericana de la Salud y el Ministerio de Salud Pública del Ecuador
- Seguro General de Riesgos de Trabajo (SGRT) del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS)



## OBJETIVO GENERAL

Diseñar, construir e implementar una máquina de microinyección de plastisol semiautomática con caudal regulable, selector de 8 colores y monitoreo remoto para la línea de producción de llaveros de la empresa “Almacén Don Víctor” de la ciudad de Ambato



# OBJETIVOS

## ESPECÍFICOS

Investigar y documentar los principios de funcionamiento de una maquina microinyectora de Plastisol y las principales características del Plastisol utilizado como materia prima para la elaboración de llaveros fabricados por la empresa “ALMACEN DON VICTOR”.

Identificar las diferentes partes comerciales necesarias para el bombeo de plastisol y las etapas del proceso para diseñar los elementos que componen una maquina micro inyectora de plastisol.

Diseñar un control de caudal para el proceso de microinyección y los elementos mecánicos para el movimiento independiente de bombeo de plastisol para cada color.



# OBJETIVOS

## ESPECÍFICOS

Analizar los esfuerzos combinados en los mecanismos de engranajes de bombeo, para su posterior impresión 3D.

Seleccionar los elementos electrónicos para dimensionar la placa PCB y ubicación interna de los sensores, actuadores y controladores.

Programar las diferentes instancias del sistema embebido.

Realizar pruebas de funcionamiento de la máquina y analizar los resultados obtenidos.



# AGENDA

RESUMEN

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# MARCO TEÓRICO

## Generalidades de la empresa “Almacén Don Víctor”



Almacenes Don Víctor, es una empresa ubicada en Ambato, Ecuador.

Cuenta con más de 30 años de experiencia en la industria publicitaria y gráfica; llevando esto de la mano con el apoyo direccionado al artesano y productor ambateño.

Estos almacenes se especializan en la personalización de cualquier tipo de confección de objetos publicitarios, como: etiquetas impresas, llaveros en plastisol y termo adherible. Además, ellos se consideran fabricantes por lo que aseveran que sus costos son de los más accesibles del mercado.



# MARCO TEÓRICO

## Generalidades de la empresa “Almacén Don Víctor”



ALMACÉN  
DON VÍCTOR

SOLICITA MÁS INFORMACIÓN  
**SOMOS ESPECIALISTAS**  
EN PERSONALIZAR TODO TIPO DE CONFECCIÓN

ETIQUETAS IMPRESAS

PLASTISOLES



TERMO ADHERIBLE

ERES PRODUCTOR  
**¿DE MODA?**  
PERSONALIZA TUS CREACIONES



ETIQUETAS IMPRESAS



PLASTISOLES



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# MARCO TEÓRICO

## Confección de objetos publicitarios



 Almacén Don Víctor  
30 de mayo de 2022 · 🌐

Llevamos años apoyando al Artesano y Productor Ambateño a personalizar sus productos totalmente y llevar su marca a otro nivel...

Tienes alguna pregunta, escríbenos y nuestro asesor te ayudara con todo lo que necesites de inmediato...



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# MARCO TEÓRICO

## Plastisol

Alta viscosidad

Requiere altas temperaturas para que se solidifique

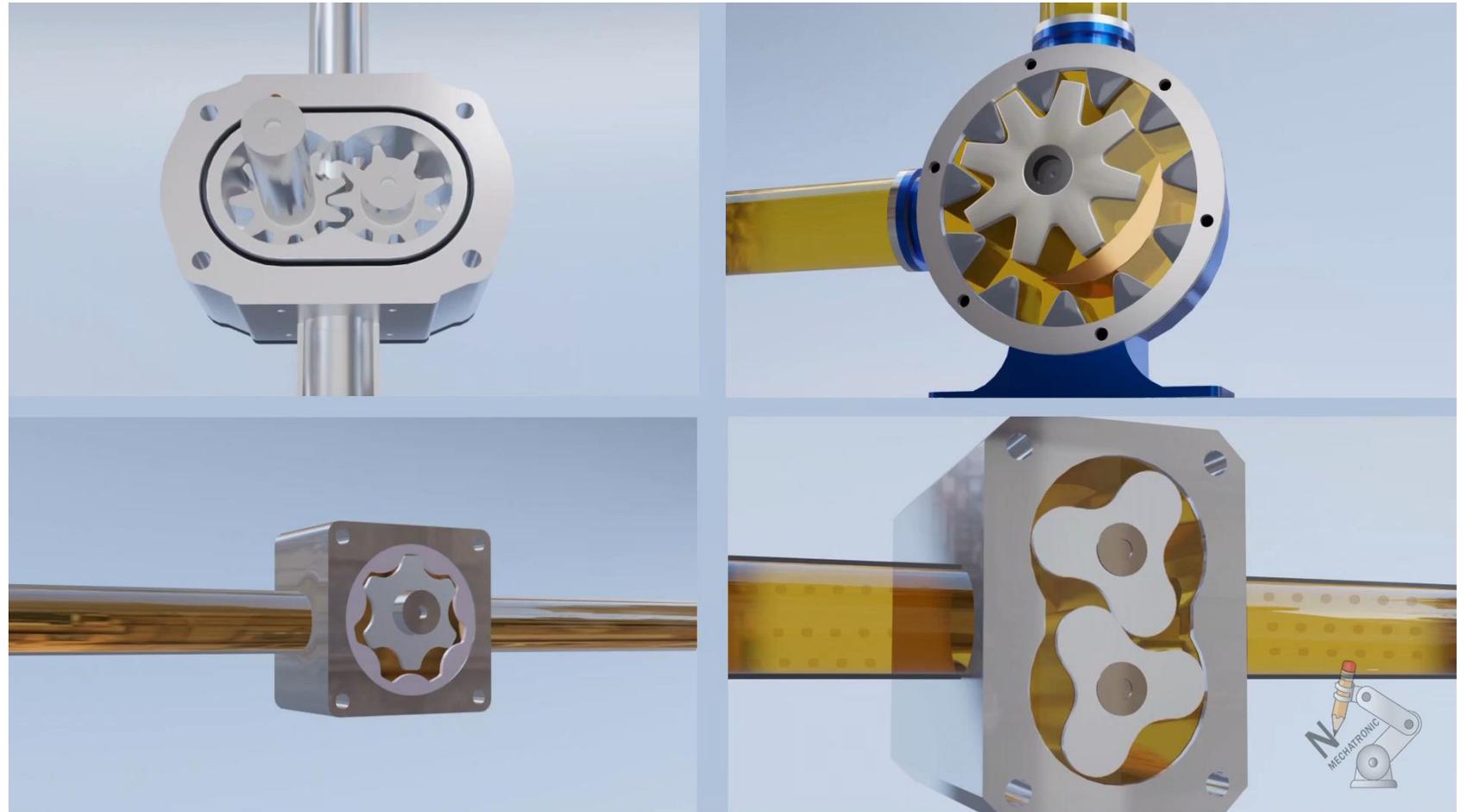
Es una suspensión de resina de PVC, tiene sus orígenes en los años 20's como resultado de investigación del PVC



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# MARCO TEÓRICO

## Sistema de bombeo



Nota. Partes de la bomba de aceite tipo gerotor. Fuente: Neheyler Mecatrónico, (2020)



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# AGENDA

RESUMEN

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN

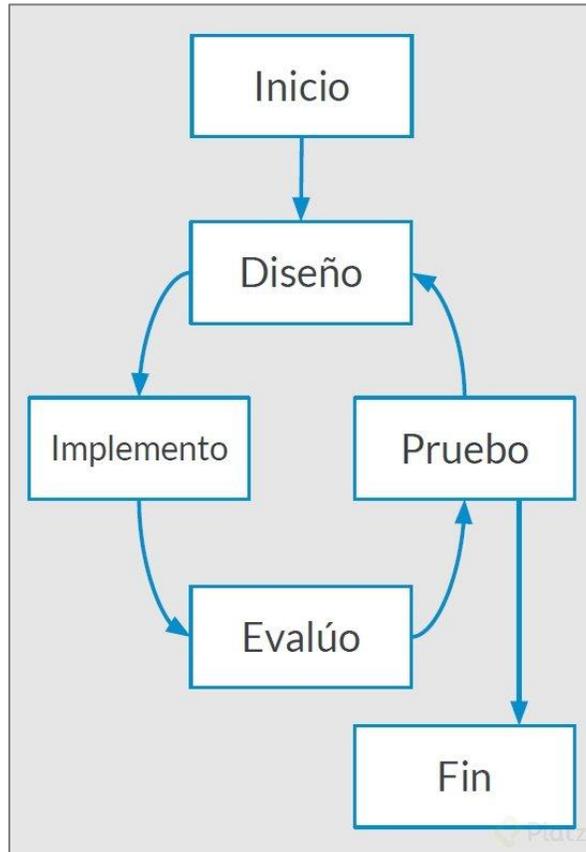
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Proceso Iterativo

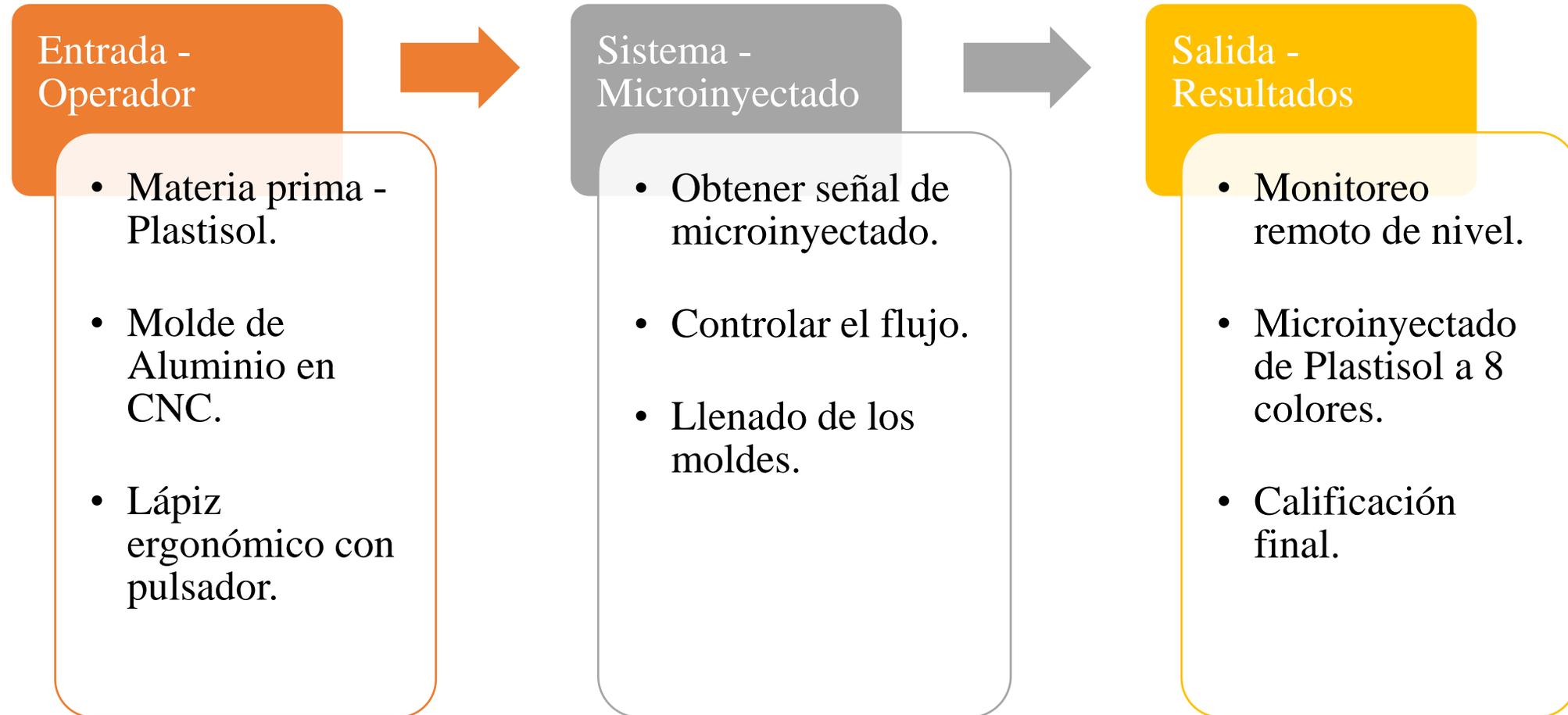


N.º	Ámbito	Necesidad	Propuesta de Solución
1	Costo	Bajo costo	Uso de componentes comerciales
2	Usabilidad fácil	Intuitiva y fácil manejo	Creación de un accionador y regulador de caudal
3	Monitoreo de nivel	Visualizar el nivel de material de los depósitos	Se utilizará un sensor por tanque
4	Microinyectado de hasta 8 colores	El operador puede usar 8 colores diferentes en la empresa	Construcción de 8 bombas en el sistema



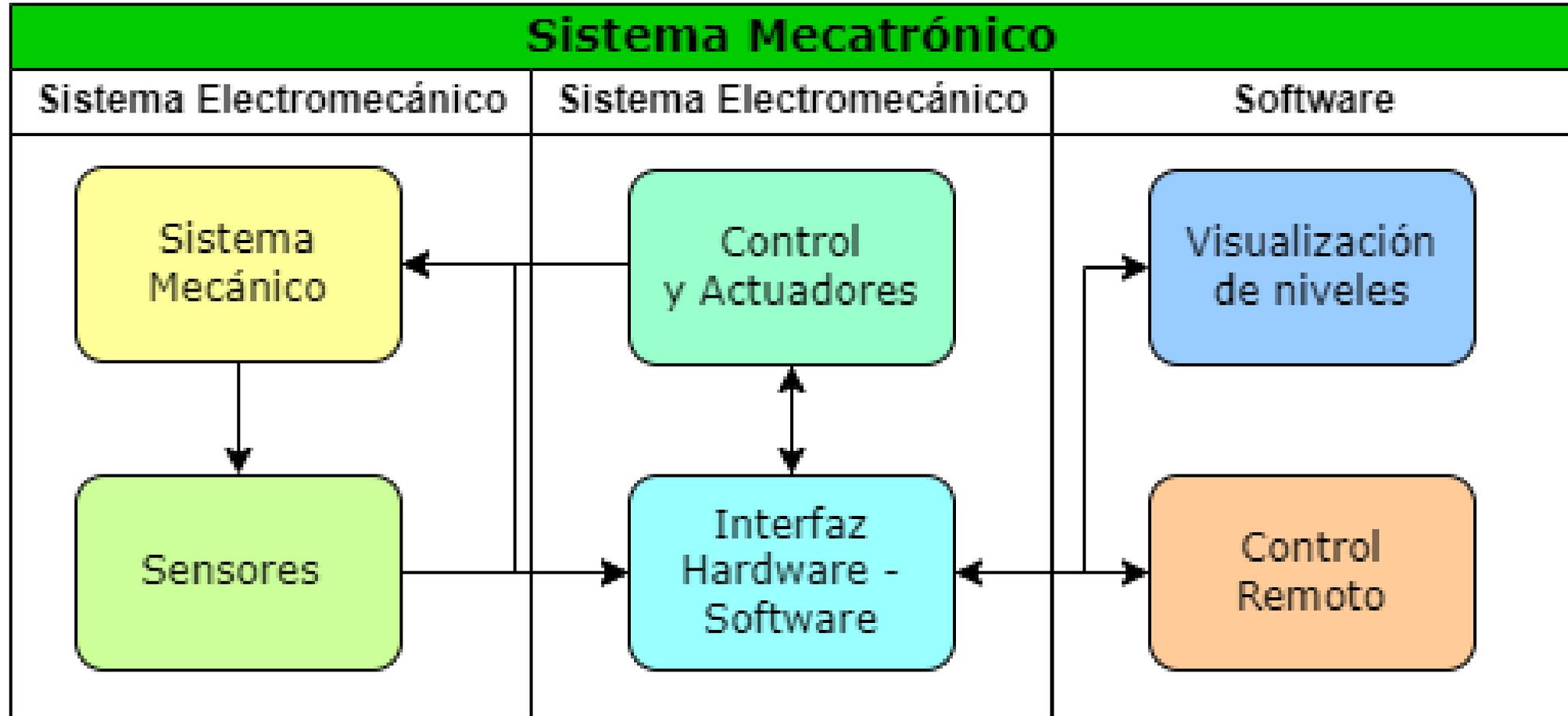
# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Arquitectura del Diseño



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Arquitectura del Diseño



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Selección de Elementos

### Resumen final de selección:

**Software:** Node-Red.

**Hardware:** Impresión 3D, Manguera Synflex, Uniones Hidráulicas, cañería de cobre.

#### **Actuadores:**

- Motor Nema 17.
- Driver DVR8825
- Bomba de Aceite CG200 37T

#### **Sensores:**

- Sensor Óptico CNY70.

#### **Microcontrolador:**

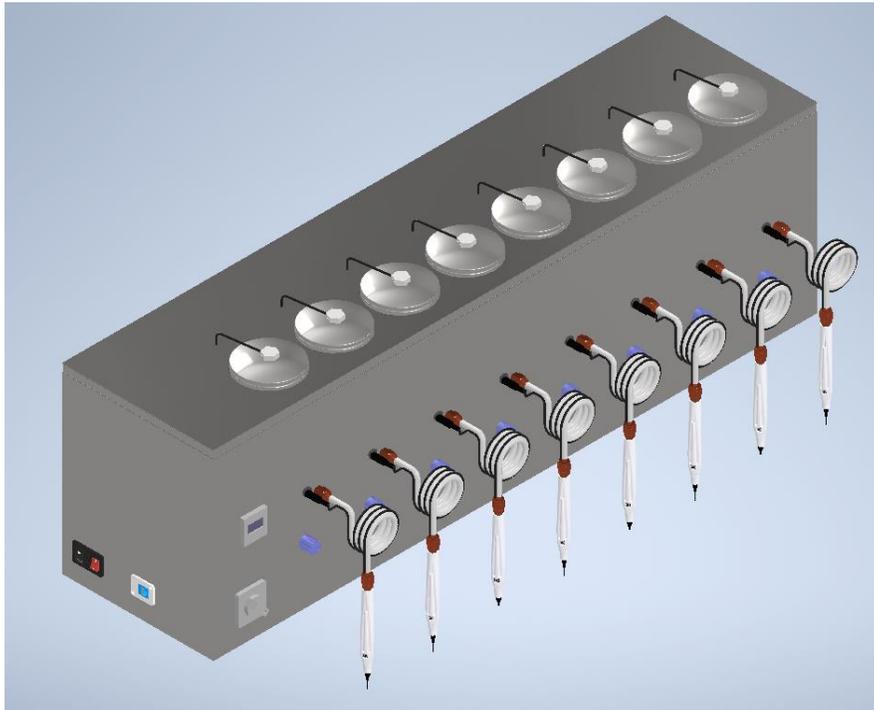
- Raspberry Pi 3 B+.
- ESP32



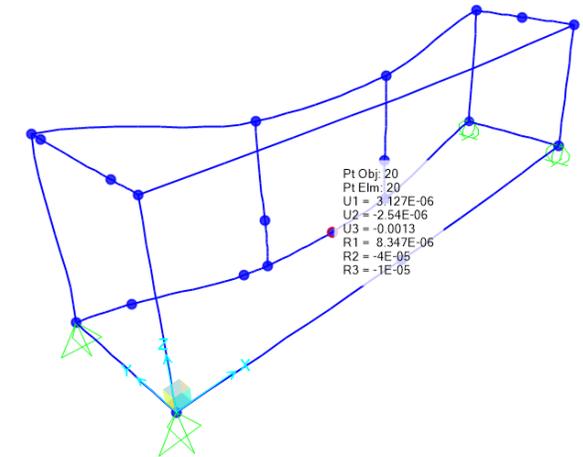
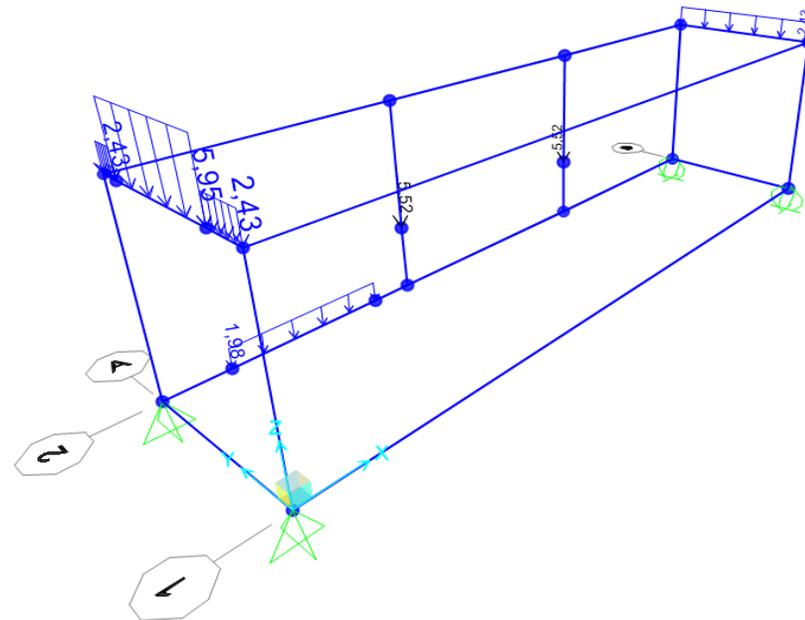
# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Diseño Mecánico – Estructura Carcasa Metálica

Consideraciones de esfuerzos. Determinación cumplimiento de servicialidad ante deformaciones.



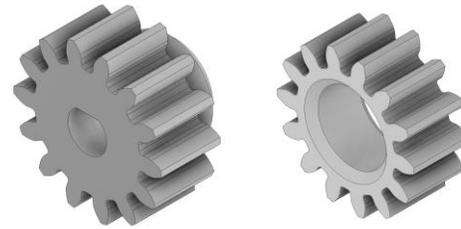
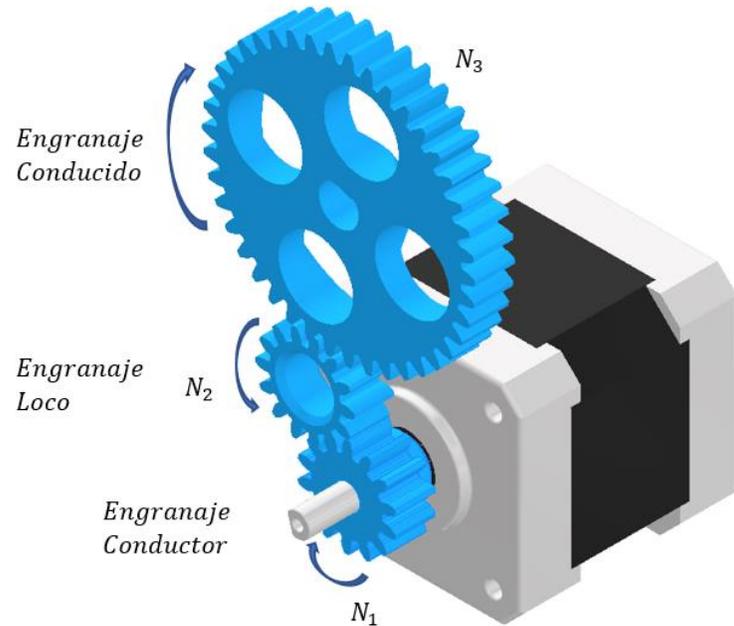
Fuerzas que intervienen en el diseño



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Diseño Mecánico – Transmisión por Engranajes



$M = 1,25 \text{ mm}$   
 $Z_1 = 14 \text{ dientes}$



$Z_1 = Z_2 = 14,$   
 $Z_3 = 42.$

**Relación de Transmisión**

$$i = \frac{\text{Producto Conducidas}}{\text{Producto Conductoras}}$$

$$i = \frac{Z_2 * Z_3}{Z_1 * Z_2} = \frac{Z_3}{Z_1}$$

$$i = \frac{42}{14} = 3$$

$$i = \frac{N_1}{N_3} \quad N_3 = \frac{N_1}{i} \quad N_3 = \frac{N_1}{3}$$

La relación de transmisión conforme a velocidad se da al revés.

Velocidad de salida es 1/3 inferior a la velocidad de entrada, esta relación 3:1 le otorga al sistema de bombeo una capacidad relativa de 14 L/minuto ideal para fluidos de baja y media viscosidad como lo es el Plastisol disuelto.

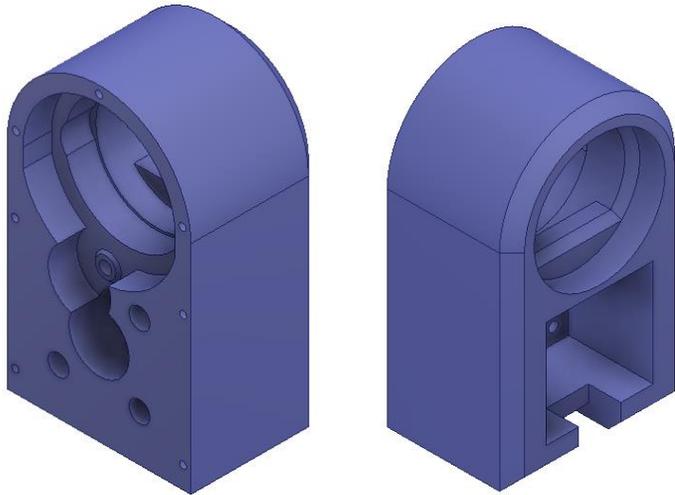


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

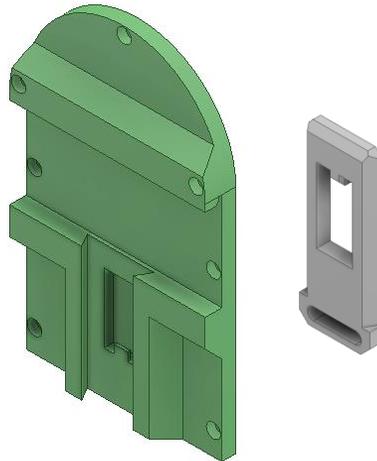
## *Diseño CAD para la Fabricación*

Impresión 3D con filamento PLA+

**Case Sistema de bombeo**

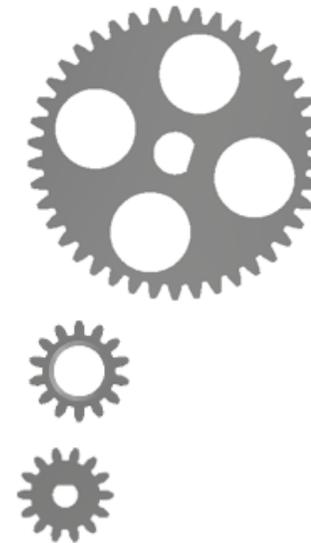


**Tapa con Soporte de Riel**



**Transmisión**

**por Engranajes**



Impresión 3D en resina de Nylon 12

**Lápiz Inyector**



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

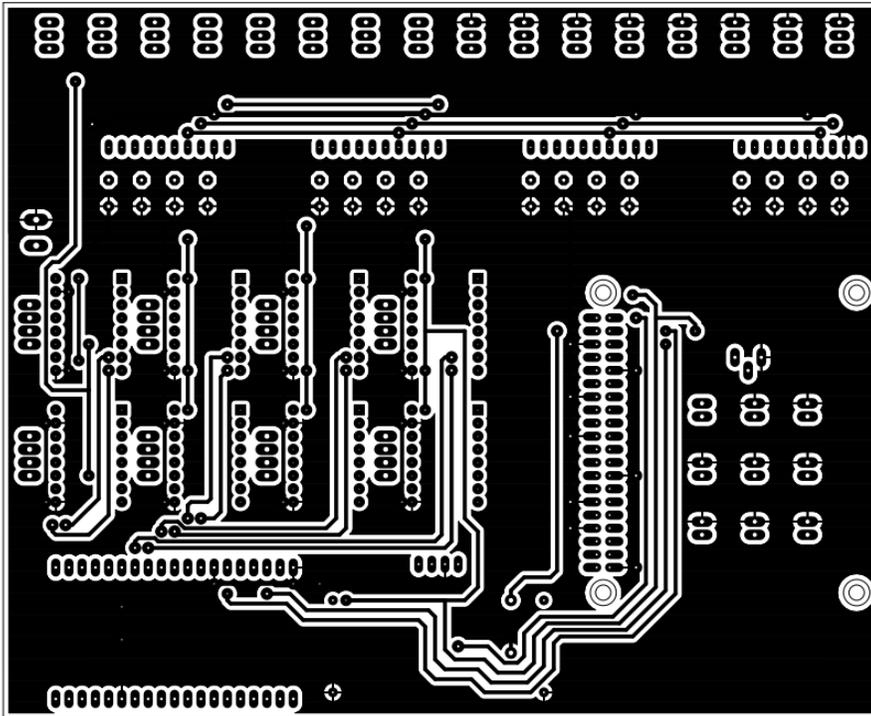
## *Impresión 3D*



# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Diseño Electrónico - PCB

IPC 2221 – Determinación del ancho de pistas externas para un circuito.

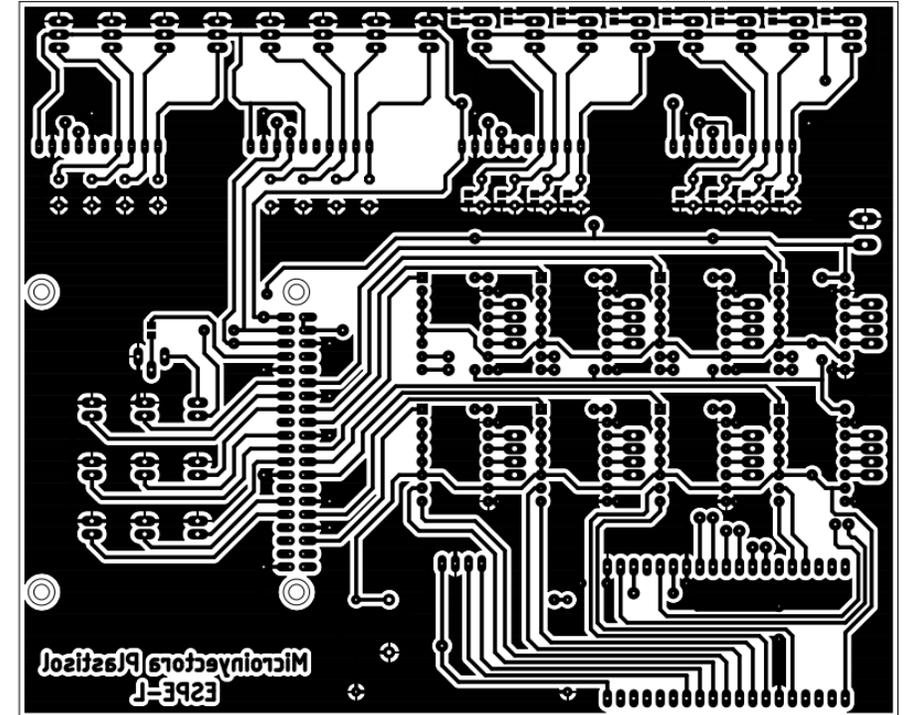


$$width = \frac{\left( \frac{1}{k_1 \times \Delta T^{k_2}} \right)^{\frac{1}{k_3}}}{h(1.378)}$$

$$w = \frac{\left( \frac{0.5}{(0.0647) \times (1)^{0.4281}} \right)^{\frac{1}{0.6732}}}{1(1.378)}$$

$$w = 15.132867 \text{ milipulgadas}$$

$$w = 0.384375 \text{ mm}$$

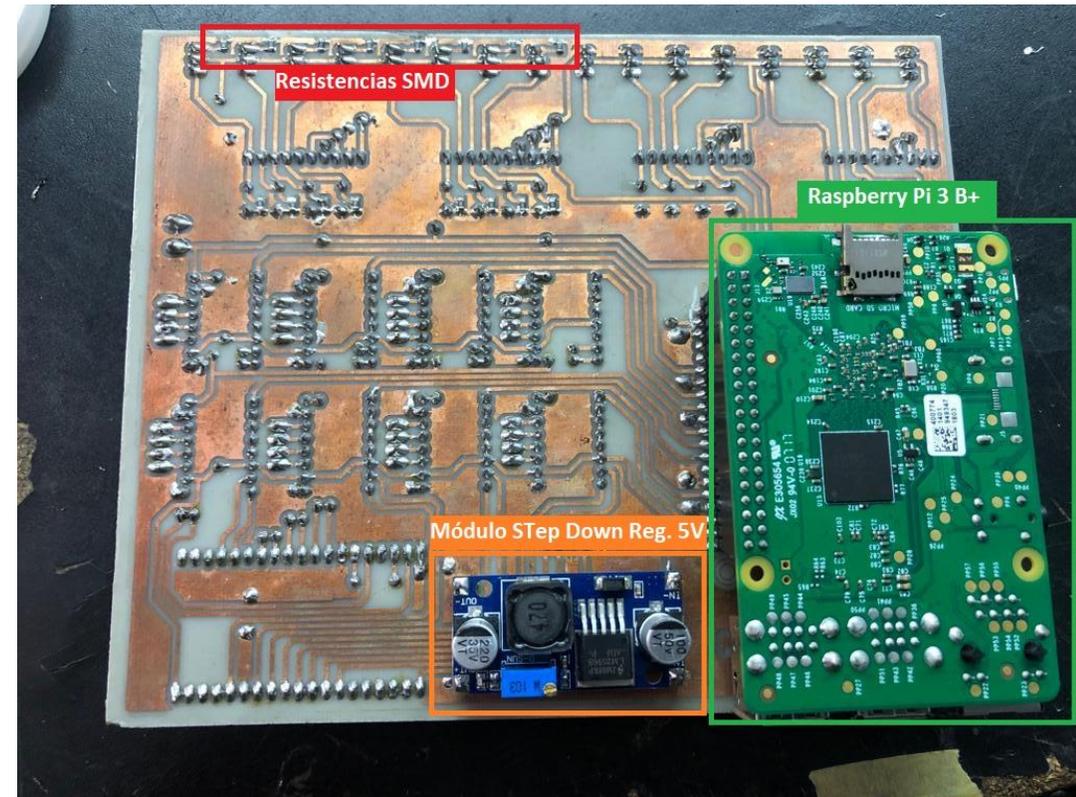
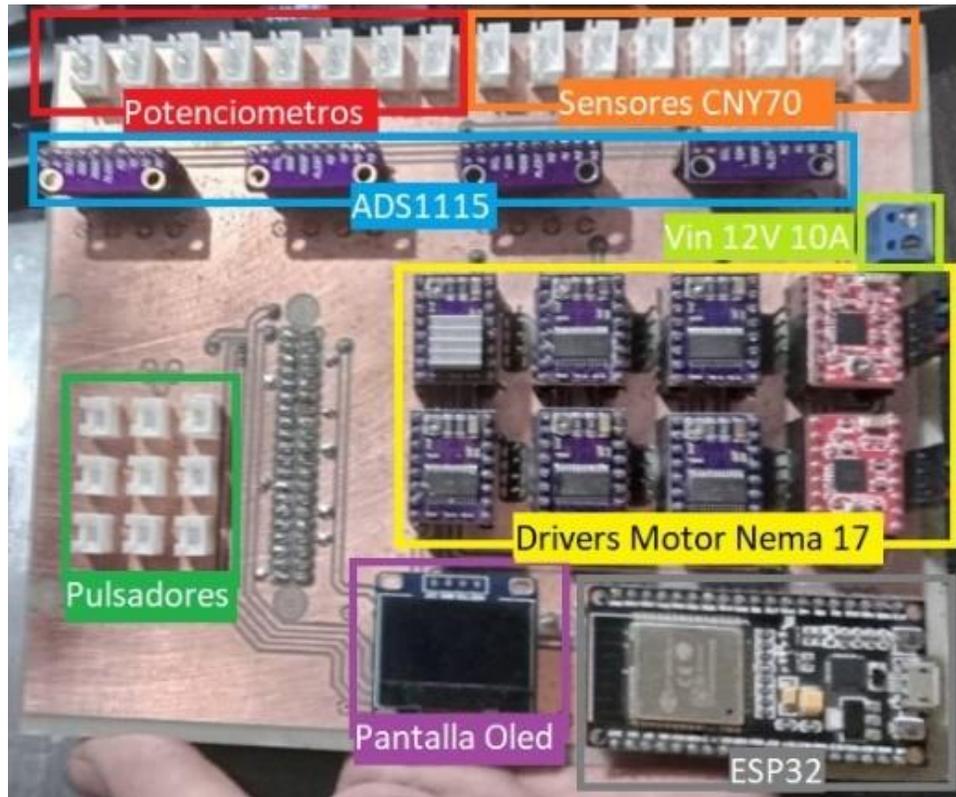


**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## *Diseño Electrónico - PCB*

Ubicación de elementos electrónicos y terminales en la PCB.

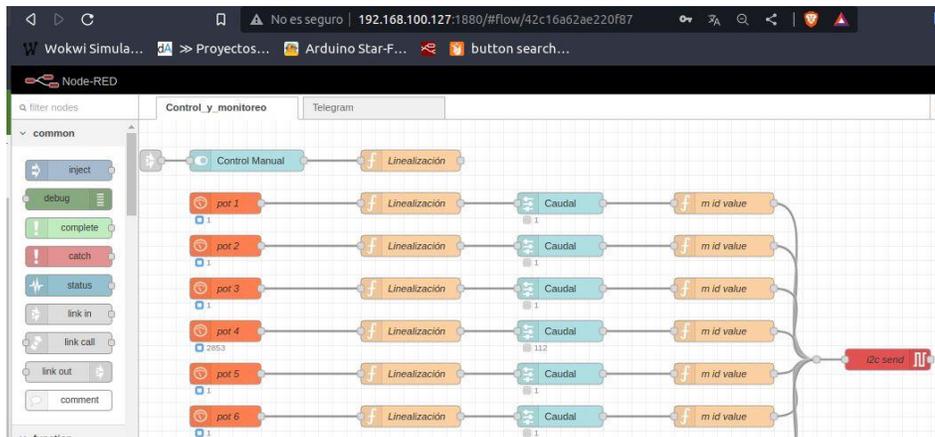


# DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

## Node-RED

### Construcción de Monitoreo Remoto / Dashboard

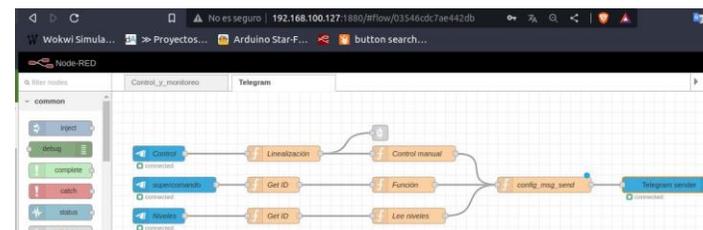
#### Control Caudal



#### Monitoreo Nivel



#### Comunicación por Telegram



# AGENDA

RESUMEN

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

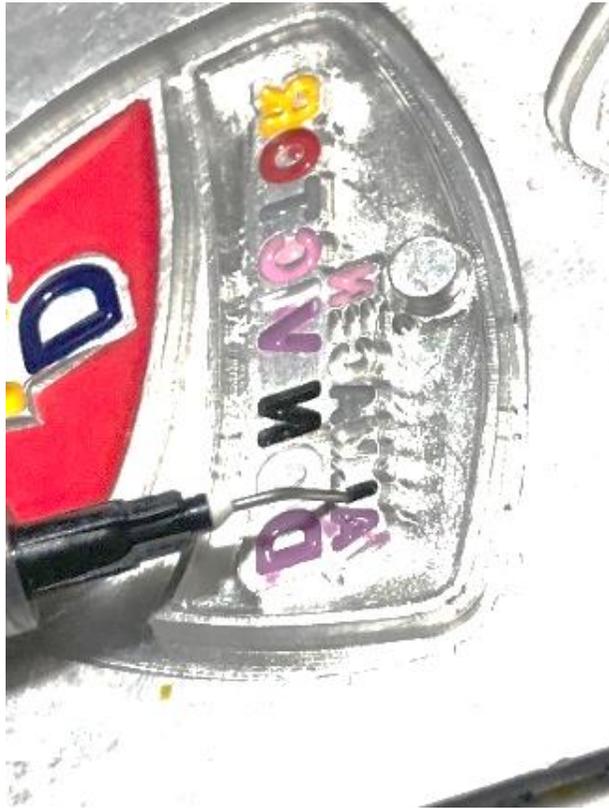
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



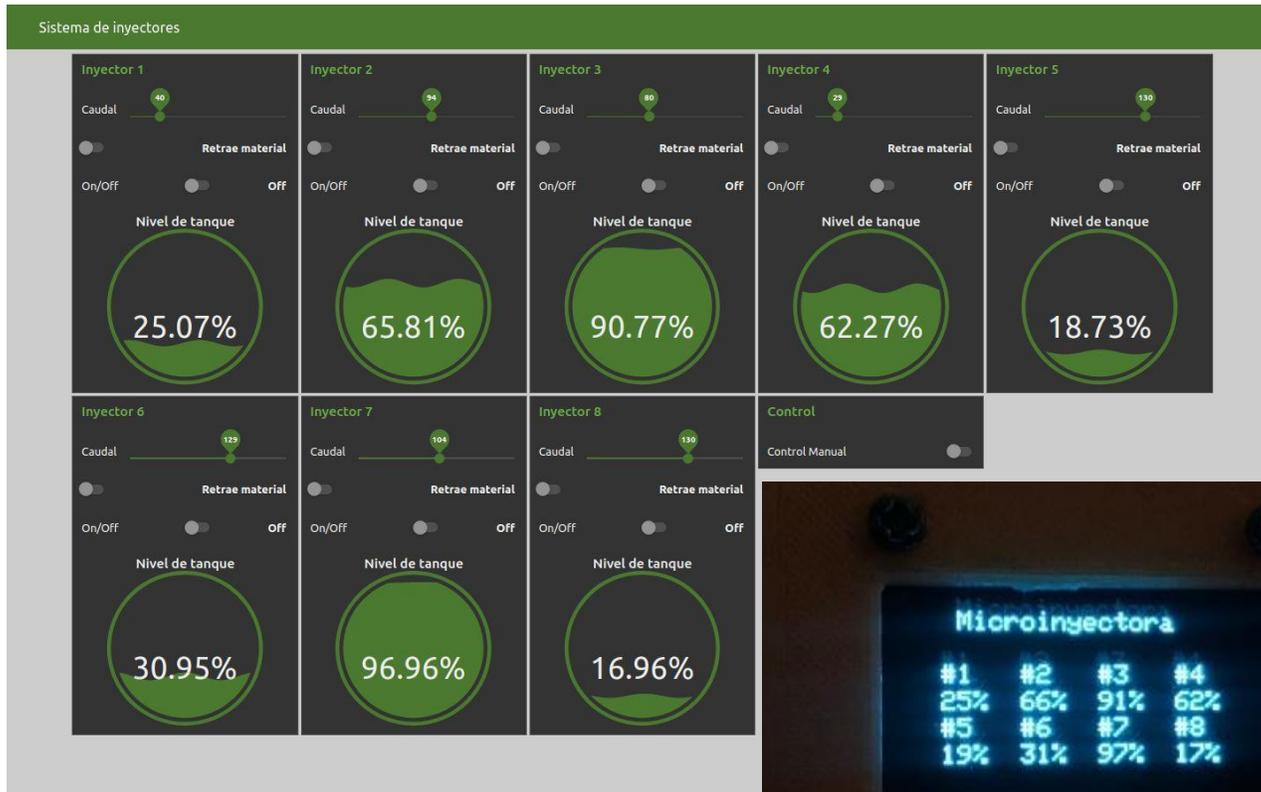
**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

# PRUEBAS

## Pruebas de ejecución del sistema



## Pruebas de ejecución monitoreo remoto



# RESULTADOS

## Recolección de datos

*Pruebas de Funcionamiento.*

Elemento	Ítem	Sistema	Funcional	No Funcional	N.º Pruebas
Máquina de microinyección	1	Bombeo de Plastisol	18	0	18
	2	Inyectores Control Manual	18	0	18
	3	Monitoreo de Nivel	17	1	18
Herramientas y Plataformas IoT	4	Inyectores Control y Monitoreo Dashboard	15	3	18
	5	Monitoreo de Nivel por Mensajería	13	5	18
<b>Total</b>			81	9	90

Fuente: Elaborado por el Autor.



# RESULTADOS



## Validación de hipótesis

**Hipótesis Nula, Ho:** El diseño, construcción e implementación de una máquina de microinyección de plastisol semiautomática **no permitirá** la elaboración de llaveros en base plastisol a 8 colores y monitoreo remoto.

**Hipótesis Alternativa, Ha:** El diseño, construcción e implementación de una máquina de microinyección de plastisol semiautomática **permitirá** la elaboración de llaveros en base plastisol a 8 colores y monitoreo remoto.



# RESULTADOS

## Validación de hipótesis

Pruebas de Funcionamiento.

Elemento	Ítem	Sistema	Funcional	No Funcional	N.º Pruebas
Máquina de microinyección	1	Bombeo de Plastisol	18	0	18
	2	Inyectores Control Manual	18	0	18
Herramientas y Plataformas IoT	3	Monitoreo de Nivel	17	1	18
	4	Inyectores Control y Monitoreo Dashboard	15	3	18
	5	Monitoreo de Nivel por Mensajería	13	5	18
<b>Total</b>			81	9	90

Cálculo del Valor Chi-Cuadrado.

Datos	$o_i$	$e_i$	$(o_i - e_i)$	$(o_i - e_i)^2$	$\frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$
Funcional 1	18	16,2	1,8	3,24	0,2000
Funcional 2	18	16,2	1,8	3,24	0,2000
Funcional 3	17	16,2	0,8	0,64	0,0395
Funcional 4	15	16,2	-1,2	1,44	0,0889
Funcional 5	13	16,2	-3,2	10,24	0,6321
No Funcional 1	0	1,8	-1,8	3,24	1,8
No Funcional 2	0	1,8	-1,8	3,24	1,8
No Funcional 3	1	1,8	-0,8	0,64	0,4
No Funcional 4	3	1,8	1,2	1,44	0,8000
No Funcional 5	5	1,8	3,2	10,24	5,6889
<b>Total</b>					11,6049

Donde:

$T_i$ : Número de Pruebas

$T_j$ : Total, Funcional o No Funcional

$N$ : Total, de Pruebas

$$e = \frac{T_i * T_j}{N}$$

*Frecuencia Esperada Funcional*

$$e_f = \frac{18 * 81}{90} = 16,2$$

*Frecuencia Esperada No Funcional*

$$e_{nf} = \frac{18 * 9}{90} = 1,8$$

Grados de libertad

$$v = (r - 1)(c - 1)$$

Donde:

$v$ : Grados de libertad

$r$ : Número de Filas

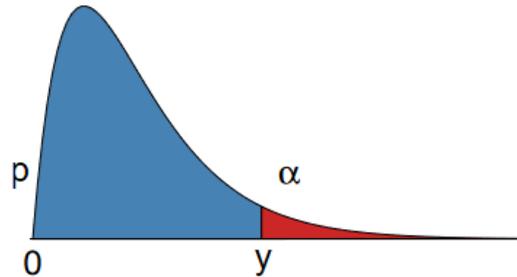
$c$ : Número de Columnas

$$v = (5 - 1)(2 - 1)$$

$$v=4$$



## Validación de hipótesis



	P										
	0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995	
ν	α										
	0.995	0.99	0.975	0.95	0.90	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	
1	0.000	0.000	0.001	0.004	0.016	2.706	3.841	5.024	6.635	7.879	
2	0.010	0.020	0.051	0.103	0.211	4.605	5.991	7.378	9.210	10.597	
3	0.072	0.115	0.216	0.352	0.584	6.251	7.815	9.348	11.345	12.838	
4	0.207	0.297	0.484	0.711	1.064	7.779	9.488	11.143	13.277	14.860	
5	0.412	0.554	0.831	1.145	1.610	9.236	11.070	12.833	15.086	16.750	
6	0.676	0.872	1.237	1.635	2.204	10.645	12.592	14.449	16.812	18.548	

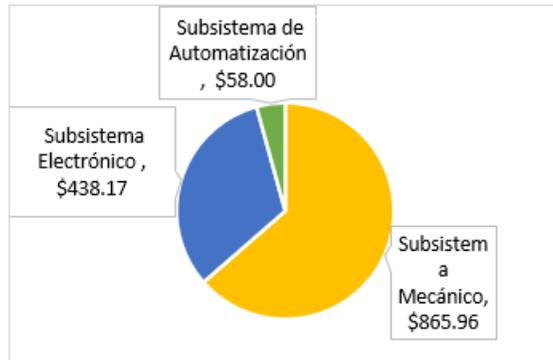
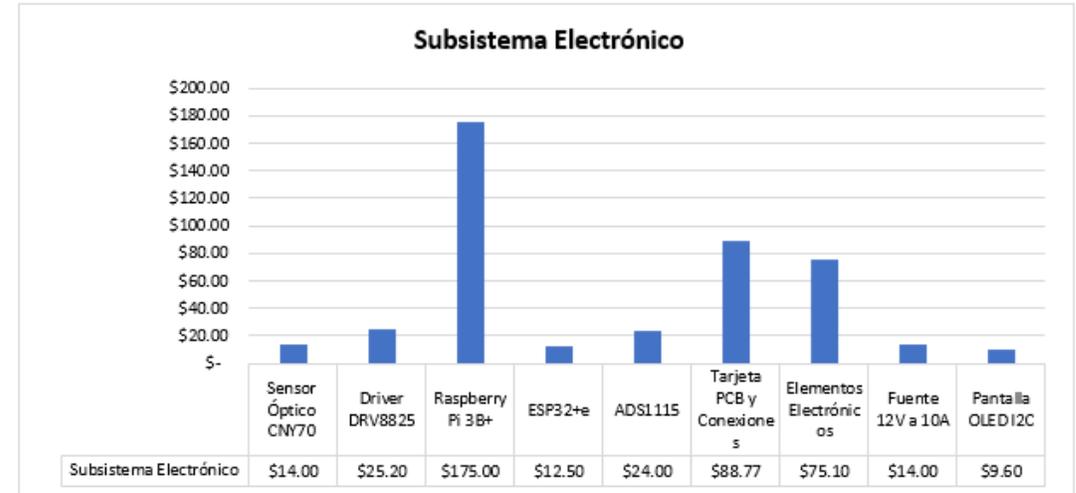
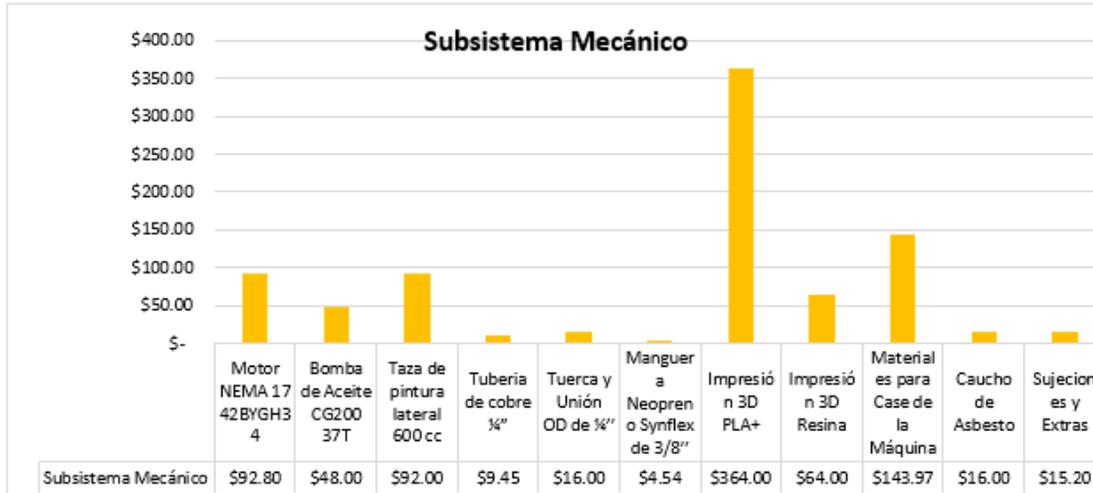
Confianza del 95%.

Al 95% de confianza se obtiene un valor tabulado crítico de 9,488 frente al valor calculado de 11,6049, es decir  $X^2 > X^2_{(0,95;4)}$  que resulta en el **rechazo** de la **Hipótesis Nula (Ho)**. Mediante el análisis de funcionalidad de las pruebas realizadas, se afirma que el diseño, construcción e implementación de una máquina de microinyección de plastisol semiautomática permite la elaboración de llaveros en base plastisol a 8 colores y se da por **aprobada** la **Hipótesis Alternativa**.



# RESULTADOS

## Resultante de costos



La máquina de inyección de plastisol; realizada en base a este trabajo de investigación, tiene un costo total de 1362,13 dólares americanos. Así, se nota la reducción del costo en comparación con máquinas similares encontradas en el mercado internacional, mismas que rondan entre los 8500 dólares americanos en el país de origen, en este caso China; con estos datos, se calcula un 84,95% de ahorro aproximadamente, exceptuando costos de impuestos, importación y transporte.



# AGENDA

RESUMEN

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

DISEÑO Y IMPLEMENTACIÓN

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# CONCLUSIONES



# RECOMENDACIONES



GRACIAS  
POR  
SU  
ATENCIÓN

